

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 2 月    9 日  
Date of Application:

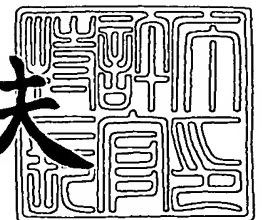
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 6 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 5 6 5 6 5 ]

出    願    人            株 式 会 社 デ ン ソ ー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7511

【提出日】 平成14年12月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 平松 秀彦

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 森島 信悟

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100100022

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 洋二

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 高広

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100111578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水野 史博

    【電話番号】 052-565-9911

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と酸素との電気化学反応により電気エネルギーを発生させる燃料電池（10）と、

前記燃料電池（10）に水素を供給する水素供給装置（31）と、

前記水素供給装置（31）から前記燃料電池（10）に水素を導く水素供給経路（30）と、

前記燃料電池（10）に供給された水素のうち前記化学反応に用いられなかった未反応水素を含んで前記燃料電池（10）から排出されるオフガスを前記水素供給経路（30）に合流させ、前記燃料電池（10）に再循環させるオフガス循環経路（32）と、

前記オフガスを前記オフガス循環経路（32）に循環させるとともに、前記水素供給装置（31）から供給される主供給水素に前記オフガスを混合するオフガス循環手段（33、60）とを有する燃料電池システムにおいて、

前記主供給水素の量を検知する主供給水素量検出手段（51）と、

前記オフガスの循環量を検知するオフガス循環量検出手段（51）とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記主供給水素量検出手段（51）は、前記水素供給経路（30）における前記エジェクタポンプ（33、60）よりも上流側の圧力と、前記エジェクタポンプ（33、60）の吐出側の圧力と、前記エジェクタポンプ（33、60）のノズルの開口面積とに基づいて、前記主供給水素の量を演算するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記オフガス循環手段（33、60）は、前記水素供給経路（30）中に配置されて、ノズルから噴出する前記主供給水素の巻き込み作用により前記オフガスを吸引し吐出するエジェクタポンプであり、

前記オフガス循環量検出手段（51）は、前記エジェクタポンプの吸引側と吐出側の差圧と前記主供給水素の量に基づいて前記オフガスの循環量を演算するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 電気化学反応に寄与しない不純物を前記オフガス循環経路（3 2）から除去するための不純物除去手段（4 1）を備え、

前記オフガス循環経路（3 2）の水素濃度に基づいて前記不純物除去手段（4 1）の作動を制御することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記主供給水素の量と前記オフガスの循環量とに基づいて、前記オフガス循環経路（3 2）内の水素濃度を演算することを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 前記オフガス循環経路（3 2）内の水素濃度に基づいて、前記燃料電池（1 0）に供給される水素の量を演算することを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】 前記燃料電池（1 0）に供給される水素の量が所定状態を満たすように、前記不純物除去手段（4 1）の作動を制御することを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 8】 前記燃料電池に供給される水素の量を前記燃料電池の発電量から求められる水素の消費量で除した値をストイキ値とし、要求発電量から求められる前記ストイキ値を要求ストイキ値としたとき、

前記所定状態は前記要求ストイキ値であることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】 前記所定状態は、要求発電量から求められる要求水素濃度であることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 0】 前記オフガス循環手段（6 0）は、前記オフガスの循環量を可変制御可能であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 1 1】 前記オフガス循環経路（3 2）内の水素濃度に基づいて、前記燃料電池（1 0）に供給される水素の量が所定状態を満たすように、前記オフガスの循環量を制御することを特徴とする請求項 1 0 に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 2】 前記燃料電池に供給される水素の量を前記燃料電池の発電

量から求められる水素の消費量で除した値をストイキ値とし、要求発電量から求められる前記ストイキ値を要求ストイキ値としたとき、

前記所定状態は前記要求ストイキ値であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 3】 前記所定状態は、要求発電量から求められる要求水素濃度であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギーを発生させる燃料電池を有する燃料電池システムに関するもので、車両、船舶、ポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

燃料電池の燃料利用率と発電効率の低下防止のため、燃料電池の水素極から排出されるオフガスをポンプ装置により吸引し、そのオフガスを供給燃料に混合して燃料電池に再循環させる燃料電池システムが知られている。オフガスを再循環させるためのポンプ装置には、供給燃料の流体エネルギーを利用して省動力化を図ることができるため、エジェクタポンプが主に用いられている。

【0 0 0 3】

ところで、燃料電池の電解質膜などを介した空気の透過等が原因で窒素等の不純物がオフガスの循環経路内に蓄積され、それにより循環オフガスの水素濃度が低下して、燃料電池の出力が低下することが知られている。また、燃料電池に供給される水素の量が不足する場合、燃料電池の水素出口側で燃料不足となり、これにより、燃料電池の出力が不安定になるだけでなく、出力密度が不均一になって電解質膜が劣化してしまう。

【0 0 0 4】

そこで、燃料電池の出力状態により循環オフガスの不純物量を検知し、燃料電池の出力が低下した場合に不純物を除去するようにしている（例えば、特許文献

1 参照)。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 4 3 4 1 7 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の燃料電池システムでは、燃料電池の出力が低下するまで不純物の増加を検知できないため、不純物の増加を検知して不純物を除去する時点では、燃料電池の出力が不安定になってしまうという問題が発生する。

【0 0 0 7】

本発明は、上記点に鑑み、オフガスを燃料電池に再循環させる燃料電池システムにおいて、燃料電池を安定的に作動可能にすることを目的とする。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、水素と酸素との電気化学反応により電気エネルギーを発生させる燃料電池 (1 0) と、燃料電池 (1 0) に水素を供給する水素供給装置 (3 1) と、水素供給装置 (3 1) から燃料電池 (1 0) に水素を導く水素供給経路 (3 0) と、燃料電池 (1 0) に供給された水素のうち化学反応に用いられなかった未反応水素を含んで燃料電池 (1 0) から排出されるオフガスを水素供給経路 (3 0) に合流させ、燃料電池 (1 0) に再循環させるオフガス循環経路 (3 2) と、オフガスをオフガス循環経路 (3 2) に循環させるとともに、水素供給装置 (3 1) から供給される主供給水素にオフガスを混合するオフガス循環手段 (3 3、6 0) とを有する燃料電池システムにおいて、主供給水素の量を検知する主供給水素量検出手段 (5 1) と、オフガスの循環量を検知するオフガス循環量検出手段 (5 1) とを備えることを特徴とする。

【0 0 0 9】

ところで、オフガス循環手段としてエジェクタポンプを用いた場合、主供給水素量を一定にした際の、エジェクタポンプの吸引側と吐出側の圧力差と、オフガ

ス循環量は、図 2 に示すように所定の関係を有している。さらに、主供給水素量を一定にした際の、オフガス循環量と、循環オフガス中の水素濃度は、図 3 に示すように所定の関係を有している。

#### 【0 0 1 0】

これらの関係から、主供給水素量とオフガス循環量を検知することにより、循環オフガス中の水素濃度を求めることができる。ここで、循環オフガス中の不純物は主に窒素であり、循環オフガス中の窒素濃度と水素濃度は反比例するため、水素濃度を求めることにより窒素濃度（すなわち、不純物濃度）を知ることができる。

#### 【0 0 1 1】

したがって、請求項 1 の発明によれば、燃料電池の出力が不安定になる前に、循環オフガス中の不純物の増加を検知して不純物を除去することが可能になるため、燃料電池を安定的に作動させることが可能になる。

#### 【0 0 1 2】

請求項 2 に記載の発明では、主供給水素量検出手段（5 1）は、水素供給経路（3 0）におけるエジェクタポンプ（3 3、6 0）よりも上流側の圧力と、エジェクタポンプ（3 3、6 0）の吐出側の圧力と、エジェクタポンプ（3 3、6 0）のノズルの開口面積とに基づいて、主供給水素の量を演算するものであることを特徴とする。これによると、簡単な構成で主供給水素量を検知することができる。

#### 【0 0 1 3】

請求項 3 に記載の発明のように、オフガス循環手段（3 3、6 0）を、水素供給経路（3 0）中に配置されて、ノズルから噴出する主供給水素の巻き込み作用によりオフガスを吸引し吐出するエジェクタポンプとし、オフガス循環量検出手段（5 1）により、エジェクタポンプの吸引側と吐出側の差圧と主供給水素の量に基づいてオフガスの循環量を演算することができる。

#### 【0 0 1 4】

請求項 4 に記載の発明では、電気化学反応に寄与しない不純物をオフガス循環経路（3 2）から除去するための不純物除去手段（4 1）を備え、オフガス循環



経路（32）の水素濃度に基づいて不純物除去手段（41）の作動を制御することを特徴とする。これによると、循環オフガスの水素濃度を所定のレベルに維持することができる。

#### 【0015】

図2および図3に示す所定の関係から、請求項5に記載の発明のように、主供給水素の量とオフガスの循環量とに基づいて、オフガス循環経路（32）内の水素濃度を演算することができる。

#### 【0016】

請求項6に記載の発明では、オフガス循環経路（32）内の水素濃度に基づいて、燃料電池（10）に供給される水素の量を演算することを特徴とする。

#### 【0017】

これによると、循環オフガス中の水素濃度から求めた循環オフガス中の水素量と純水素である主供給水素の量との和、すなわち、燃料電池に供給される水素の量を求めることができる。

#### 【0018】

請求項7に記載の発明では、燃料電池（10）に供給される水素の量が所定状態を満たすように、不純物除去手段（41）の作動を制御することを特徴とする。

#### 【0019】

ところで、循環オフガスの一部を常に外部に排出して不純物を除去するものが知られているが、この場合、循環オフガスの一部を常に外部に排出しているため、無駄に排出される水素の量が多くなってしまい、燃料利用率が低下してしまう。これに対し、請求項7の発明によると、燃料利用率の低下を少なくして、効率的に不純物を除去することが可能となる。

#### 【0020】

請求項8に記載の発明では、燃料電池に供給される水素の量を燃料電池の発電量から求められる水素の消費量で除した値をストイキ値とし、要求発電量から求められるストイキ値を要求ストイキ値としたとき、所定状態は要求ストイキ値であることを特徴とする。これによると、燃料電池での水素不足を防止することが

できる。

#### 【0021】

請求項 9 に記載の発明では、所定状態は、要求発電量から求められる要求水素濃度であることを特徴とする。これによると、燃料電池での水素不足を防止することができる。

#### 【0022】

請求項 10 に記載の発明のように、オフガス循環手段（60）として、オフガスの循環量を可変制御可能なものを用い、さらに、請求項 11 に記載の発明のように、オフガス循環経路（32）内の水素濃度に基づいて、燃料電池（10）に供給される水素の量が所定状態を満たすように、オフガスの循環量を制御することにより、水素不足を防止して、燃料電池を安定的に作動させるとともに、電解質膜の劣化を防止することができる。

#### 【0023】

請求項 12 に記載の発明では、燃料電池に供給される水素の量を燃料電池の発電量から求められる水素の消費量で除した値をストイキ値とし、要求発電量から求められるストイキ値を要求ストイキ値としたとき、所定状態は要求ストイキ値であることを特徴とする。これによると、燃料電池での水素不足を防止することができる。

#### 【0024】

請求項 13 に記載の発明では、所定状態は、要求発電量から求められる要求水素濃度であることを特徴とする。これによると、燃料電池での水素不足を防止することができる。

#### 【0025】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

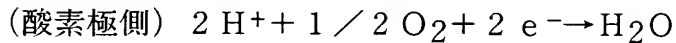
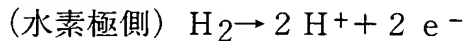
##### （第 1 実施形態）

以下、本発明の第 1 実施形態について図 1 ～図 4 に基づいて説明する。第 1 実

施形態の燃料電池システムは、燃料電池を電源として走行する電気自動車（燃料電池車両）に適用したものである。

#### 【0027】

図1は、第1実施形態の燃料電池システムの全体概略構成を示している。燃料電池（FCスタック）10は、燃料としての水素と酸化剤としての酸素との電気化学反応を利用して電力を発生するものである。第1実施形態では燃料電池10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となるセルが複数積層されて構成されている。各セルは、電解質膜が一对の電極で挟まれた構成となっている。燃料電池10は、図示しない走行用モータや2次電池等の電気機器に電力を供給するように構成されている。燃料電池10では、水素および空気（酸素）が供給されることにより、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。



この電気化学反応により生成水が発生するとともに、燃料電池10には加湿された水素、空気が供給され、燃料電池10内部で凝縮水が発生する。このため、燃料電池10内部には水分が存在する。

#### 【0028】

燃料電池システムには、燃料電池10の酸素極（正極）側に空気（酸素）を供給するための空気供給経路20と、空気や生成水を燃料電池10から外部に排出するための空気排出経路21が設けられている。空気供給経路20の最上流部には、空気供給装置22が設けられ、第1実施形態では、空気供給装置22としてコンプレッサを用いている。

#### 【0029】

燃料電池システムには、燃料電池10の水素極（負極）側に水素を供給するための水素供給経路30が設けられ、水素供給経路30の最上流部には水素供給装置31が設けられている。第1実施形態では、水素供給装置31として水素ガスが充填された高圧水素タンクを用いている。

#### 【0030】

燃料電池 10 から排出される未反応水素を含んだオフガスを、水素供給装置 31 からの主供給水素に合流させて燃料電池 10 に再供給するためのオフガス循環経路 32 が設けられている。オフガス循環経路 32 は、燃料電池 10 の水素極出口側と水素供給経路 30 とを接続している。

#### 【0031】

水素供給経路 30 におけるオフガス循環経路 32 の合流点には、オフガスを循環させるためのエジェクタポンプ 33 が設けられており、オフガス循環経路 32 はエジェクタポンプ 33 の吸引部 33a に接続されている。このエジェクタポンプ 33 は、高速で噴出する作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプ（JIS Z 8126 番号 2.1.1.3）であり、具体的には、ノズルの開口面積は固定で、水素供給装置 31 から供給される主供給水素の流体エネルギーを利用してオフガスを吸引して循環させるものである。なお、エジェクタポンプ 33 は、本発明のオフガス循環手段に相当する。

#### 【0032】

水素供給経路 30 における水素供給装置 31 とエジェクタポンプ 33 との間には、水素供給装置 31 から供給される水素の圧力を調整するためのレギュレータ 34 が設けられている。水素供給経路 30 におけるレギュレータ 34 とエジェクタポンプ 33 との間には、レギュレータ 34 にて調整された主供給水素の供給圧力  $P_n$ （以下、主供給水素圧という）を検出するための第 1 圧力センサ 35 が設けられている。水素供給経路 30 におけるエジェクタポンプ 33 と燃料電池 10 との間には、エジェクタポンプ 33 の吐出側の圧力  $P_d$ （以下、エジェクタ吐出圧という）を検出するための第 2 圧力センサ 36 が設けられている。

#### 【0033】

オフガス循環経路 32 には、エジェクタポンプ 33 の吸引側の圧力  $P_e$ （以下、エジェクタ吸引圧という）を検出するための第 3 圧力センサ 37 が設けられている。オフガス循環経路 32 における燃料電池 10 と第 3 圧力センサ 37 との間には、オフガス中に含まれる水分を分離除去するための気液分離器 38 が設けられ、この気液分離器 38 には、気液分離器 38 にて分離された水を外部に排出するための分離水排出弁 39 が設けられている。

## 【0034】

電気化学反応に寄与しない不純物を含むオフガスをオフガス循環経路32から除去するために、オフガス循環経路32における気液分離器38と第3圧力センサ37との間には、オフガスを外部に排出するためのオフガス排出経路40がオフガス循環経路32から分岐して設けられ、このオフガス排出経路40にオフガス排出経路40を開閉するオフガス排出経路開閉弁41が設けられている。なお、オフガス排出経路開閉弁41は、本発明の不純物除去手段に相当する。

## 【0035】

燃料電池システムには、2つの制御部（ECU）50、51が設けられている。第1制御部50には、図示しないアクセル開度センサにて検出したアクセル開度等が入力されるとともに、アクセル開度等に基づいて燃料電池10に対する要求発電量を演算する。さらに第1制御部50は、燃料電池10が要求発電量を発電するために必要な水素供給量 $Q_c$ を演算し、第2制御部51に指令を与える。

## 【0036】

第2制御部51には、第1制御部50からの指令信号と各圧力センサ35、36、37からのセンサ信号が入力される。第2制御部51は、必要水素供給量 $Q_c$ に基づいてレギュレータ34のバルブ開度を演算し、レギュレータ34に制御信号を出力する。さらに、第2制御部51は、分離水排出弁39およびオフガス排出経路開閉弁41に制御信号を出力する。なお、第2制御部51は、本発明の主供給水素量検出手段、および、オフガス循環量検出手段に相当する。

## 【0037】

ところで、オフガス中に含まれる不純物は主に燃料電池10の電解質膜を透過した窒素であり、オフガスの循環に伴って不純物である窒素がオフガス循環経路32内に蓄積され、循環オフガス中の窒素濃度（すなわち、不純物濃度）が高くなっていく。因みに、循環オフガス中の窒素濃度と水素濃度は反比例するため、窒素濃度と水素濃度のうちの一方を求めれば他方を知ることができる。

## 【0038】

エジェクタポンプ33を用いてオフガスを循環させる場合、水素供給装置31から燃料電池10に供給される主供給水素の量 $Q_n$ を一定にした際の、エジェク

タ吐出圧  $P_d$  とエジェクタ吸引圧  $P_e$  の差圧  $\Delta P$  ( $\Delta P = P_d - P_e$ ) と、オフガスの循環流量  $Q_e$  は、図 2 に示すように、差圧  $\Delta P$  が大きくなるほど循環流量  $Q_e$  が大きくなるような所定の関係を有している。なお、差圧  $\Delta P$  および循環流量  $Q_e$  の具体的な値は、主供給水素量  $Q_n$  によって変化する。

#### 【0039】

図 3 は、主供給水素量  $Q_n$  を一定にした際の、循環流量  $Q_e$  と循環オフガス中の水素濃度との関係、および、循環オフガス中の水素濃度とストイキ値との関係を示している。因みに、本明細書でいうストイキ値は、燃料電池 10 に供給される水素の量（主供給水素の量と循環ガスに含まれる水素の量の合計）を燃料電池 10 の発電量から求められる水素の消費量で除した値であり、要求ストイキ値は、要求発電量から求められるストイキ値である。また、定常時には、水素の消費量  $\div$  主供給水素の量となる。そして、図 3 に示すように、循環流量  $Q_e$  が少なくなるほど循環オフガス中の水素濃度が低くなり、また、循環オフガス中の水素濃度が低くなるほどストイキ値が小さくなる。

#### 【0040】

これらの関係から、主供給水素量  $Q_n$  と循環流量  $Q_e$  を検知することにより、循環オフガス中の水素濃度や窒素濃度、さらにはストイキ値を知ることができる。したがって、以下説明するように、燃料電池 10 の出力が不安定になる前に、循環オフガス中の不純物の増加を検知して不純物を除去することにより、燃料電池 10 を安定的に作動させることができる。

#### 【0041】

次に、上記構成の燃料電池システムの作動について図 4 のフローチャートに基づいて説明する。図 4 のフローチャートは、上述の制御部 50、51 によって実行されるものである。

#### 【0042】

まず、第 1 制御部 50 にて、アクセル開度等に基づいて燃料電池 10 に対する要求発電量を算出し (S101)、要求発電量に基づいて必要水素供給量  $Q_c$  を算出する (S102)。

#### 【0043】

次に、第2制御部51では、必要水素供給量 $Q_c$ に基づいて主供給水素量 $Q_n$ の目標値を算出し(S103)、実際の主供給水素量 $Q_n$ がS103で求めた目標量となるようにするために必要な主供給水素圧 $P_n$ を算出し(S104)、実際の主供給水素圧 $P_n$ がS104で求めた目標圧になるようにレギュレータ34を制御する(S105)。

#### 【0044】

次に、エジェクタ吐出圧 $P_d$ が、燃料電池10の発電量等に基づいて予め求めた所定の範囲内にあるか否かを判定する(S106)。エジェクタ吐出圧 $P_d$ が所定の範囲内にない場合は、レギュレータ34の開度補正を行ってエジェクタ吐出圧 $P_d$ を調整する(S107)。

#### 【0045】

エジェクタ吐出圧 $P_d$ が所定の範囲内にある場合は、主供給水素量 $Q_n$ を算出する(S108)。具体的には、主供給水素圧 $P_n$ と、エジェクタ吐出圧 $P_d$ と、エジェクタポンプ33のノズルの開口面積とに基づいて、主供給水素量 $Q_n$ を算出する。

#### 【0046】

次に、エジェクタ吐出圧 $P_d$ とエジェクタ吸引圧 $P_e$ の差圧 $\Delta P$ と、S108で求めた主供給水素量 $Q_n$ の値とに基づいて、オフガスの循環流量 $Q_e$ を算出する(S109)。具体的には、主供給水素量 $Q_n$ と差圧 $\Delta P$ と循環流量 $Q_e$ とを関連づけた3次元マップから求める。

#### 【0047】

次に、S108で求めた主供給水素量 $Q_n$ の値と、S109で求めた循環流量 $Q_e$ に基づいて、循環オフガス中の水素濃度を算出する(S110)。具体的には、主供給水素量 $Q_n$ と循環流量 $Q_e$ と循環オフガス中の水素濃度とを関連づけた3次元マップから求める。

#### 【0048】

次に、S108で求めた主供給水素量 $Q_n$ の値と、S109で求めた循環オフガス中の水素濃度に基づいて、燃料電池10に現在供給されている燃料中の水素濃度を算出する(S111)。

## 【0049】

次に、ストイキ値が要求ストイキ値より大きいかな否かを判定する（S112）。因みに、S111で求めた水素濃度に基づいて循環オフガス中の水素量 $Q_h$ を算出して、ストイキ値 $((Q_n + Q_h) / Q_n)$ を算出する。

ここで、ストイキ値が要求ストイキ値に満たない場合は（S112がNO）、循環オフガス中の水素濃度とオフガス排出経路開閉弁41の開放時間 $t$ の関係を予め定めたマップに基づいて、オフガス排出経路開閉弁41の開放時間 $t$ を算出し（S113）、オフガス排出経路開閉弁41を開放時間 $t$ だけ開放した後閉止させる（S114、S115）。

## 【0050】

オフガス排出経路開閉弁41がオフガス排出経路40を開放している間、循環オフガスの不純物が外部に排出され、これにより、循環オフガスの水素濃度が高まり、ひいてはストイキ値が高まる。このようにして、要求ストイキ値を満たしつつ、水素供給を行うことにより、燃料電池10を安定的に作動させることができる。S115の実行後、S108に戻り、再びストイキ値の管理を行う。

## 【0051】

本実施形態によれば、燃料電池10の出力が不安定になる前に、循環オフガス中の不純物の増加を検知して不純物を除去することができるため、燃料電池10を安定的に作動させることができる。

## 【0052】

また、循環オフガス中の不純物が増加してストイキ値が要求ストイキ値に満たなくなった場合にのみ、循環オフガスの一部を外部に排出するようにしているため、換言すると、循環オフガスの一部を常に外部に排出するものではないため、無駄に排出される水素の量が少なくなり、燃料利用率の低下を少なくすることができる。

## 【0053】

また、常に要求ストイキ値を満たすように、オフガスの循環量を制御しているため、水素不足を防止して、燃料電池10を安定的に作動させるとともに、電解質膜の劣化を防止することができる。



## 【0054】

## (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について図5および図6に基づいて説明する。上記第1実施形態では、エジェクタポンプ33のノズルの開口面積が固定であったが、第2実施形態では、エジェクタポンプ60のノズルの開口面積を可変にしている。また、第1実施形態の第3圧力センサ37はエジェクタ吸引圧 $P_e$ を検出するものであったが、第2実施形態の第3圧力センサ37は、エジェクタ吐出圧 $P_d$ とエジェクタ吸引圧 $P_e$ の差圧 $\Delta P$ を検出するものである。なお、上記第1実施形態と同一もしくは均等部分には同一の符号を付してその説明を省略し、異なる部分についてのみ説明する。

## 【0055】

図5において、エジェクタポンプ60は、ノズル開口面積（ノズル開度）を調整するための可動ニードル（図示せず）を備え、可動ニードルを移動させることによりノズル開度を任意に可変制御可能になっている。また、エジェクタポンプ60は、ノズル開度を検出するためのノズル開度センサ61を備えている。

## 【0056】

次に、上記構成の燃料電池システムの作動について図6のフローチャートに基づいて説明する。

## 【0057】

S103で主供給水素量 $Q_n$ の目標値を算出した後、S104aでは、実際の主供給水素量 $Q_n$ がS103で求めた目標量となるようにするために必要な、主供給水素圧 $P_n$ とエジェクタポンプ60のノズル開度とを算出し、S105aでは、実際の主供給水素圧 $P_n$ がS104aで求めた目標圧になるようにレギュレータ34を制御するとともに、実際のエジェクタポンプ60のノズル開度がS104aで求めた目標開度になるようにノズル開度を制御する。

## 【0058】

次に、エジェクタ吐出圧 $P_d$ が所定の範囲内でない場合は（S106がNO）、S107aにて、エジェクタポンプ60のノズル開度の補正を行ってエジェクタ吐出圧 $P_d$ を調整する。このようにして、エジェクタ吐出圧 $P_d$ を所定の範囲

内に調整する。

#### 【0 0 5 9】

なお、S 1 1 0では、第1実施形態と同様に循環オフガス中の水素濃度を算出するが、本実施形態では、ノズル開度に対する主供給水素量 $Q_n$ と循環流量 $Q_e$ および循環オフガス中の水素濃度の関係を予め定めたマップに基づいて算出する。

#### 【0 0 6 0】

本実施形態によれば、第1実施形態と同様な効果が得られるとともに、より高精度な水素供給圧の制御が可能である。

#### 【0 0 6 1】

(他の実施形態)

上記各実施形態では、S 1 1 3にてオフガス排出経路開閉弁4 1の開放時間 $t$ を算出して、その開放時間 $t$ だけオフガス排出経路開閉弁4 1を開放させるようにしたが、S 1 1 3を廃止し、S 1 1 4にてオフガス排出経路開閉弁4 1を所定時間（例えば1 0 0 m s）開放させるようにしてもよい。

#### 【0 0 6 2】

また、上記各実施形態では、各圧力センサ3 5、3 6、3 7にて検出した各部の圧力を利用して、主供給水素量 $Q_n$ やオフガスの循環流量 $Q_e$ を算出したが、各圧力センサ3 5、3 6、3 7の代わりに流量計を設けて、その流量計により主供給水素量 $Q_n$ や循環流量 $Q_e$ を直接検出するようにしてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概念図である。

##### 【図 2】

エジェクタ吐出圧 $P_d$ とエジェクタ吸引圧 $P_e$ の差圧 $\Delta P$ と、オフガスの循環流量 $Q_e$ との関係を示す図である。

##### 【図 3】

循環流量 $Q_e$ と循環オフガス中の水素濃度との関係、および、循環オフガス中の水素濃度とストイキ値との関係を示す図である。

**【図 4】**

制御部 5 0、5 1 での処理を示すフローチャートである。

**【図 5】**

第 2 実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概念図である。

**【図 6】**

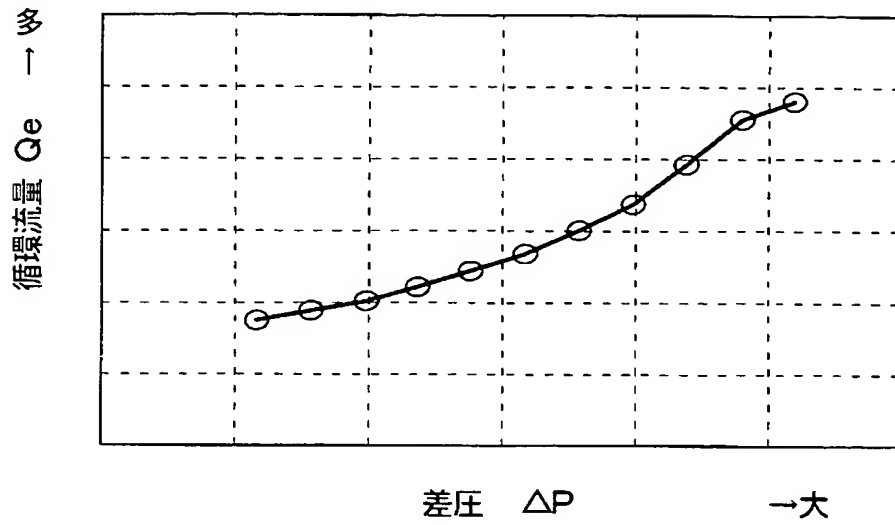
制御部 5 0、5 1 での処理を示すフローチャートである。

**【符号の説明】**

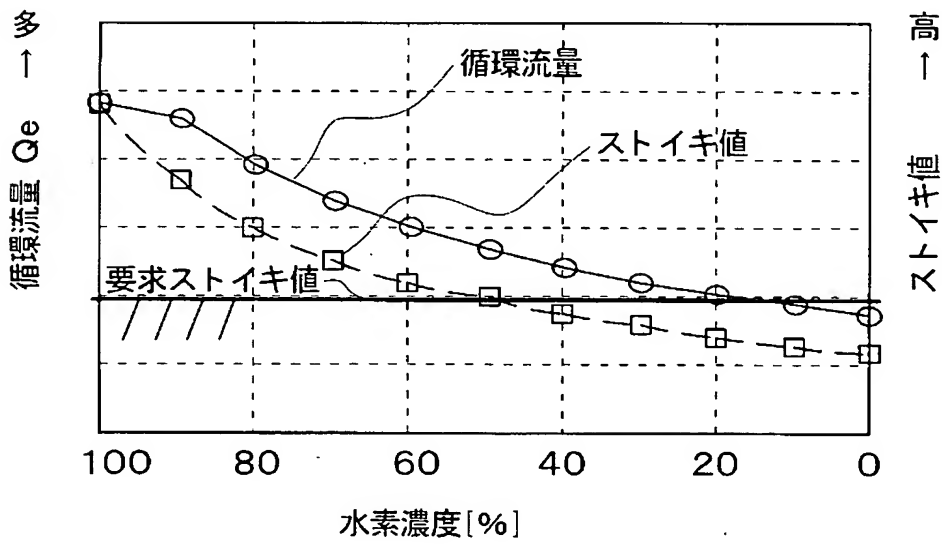
1 0 …燃料電池、3 0 …水素供給経路、3 1 …水素供給装置、3 2 …オフガス循環経路、3 3、6 0 …エジェクタポンプ（オフガス循環手段）、5 1 …制御部（主供給水素量検出手段、オフガス循環量検出手段）。



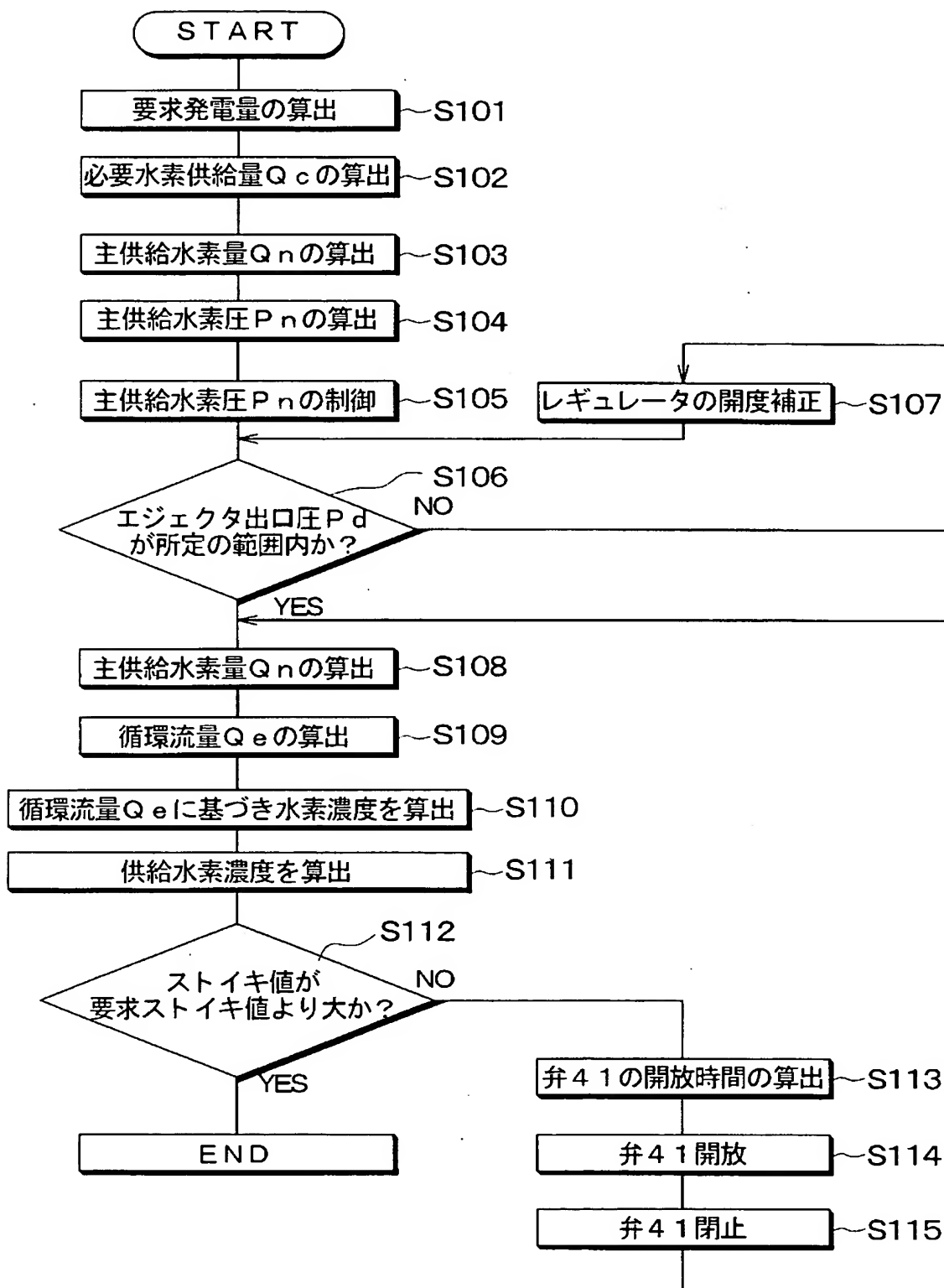
【図 2】



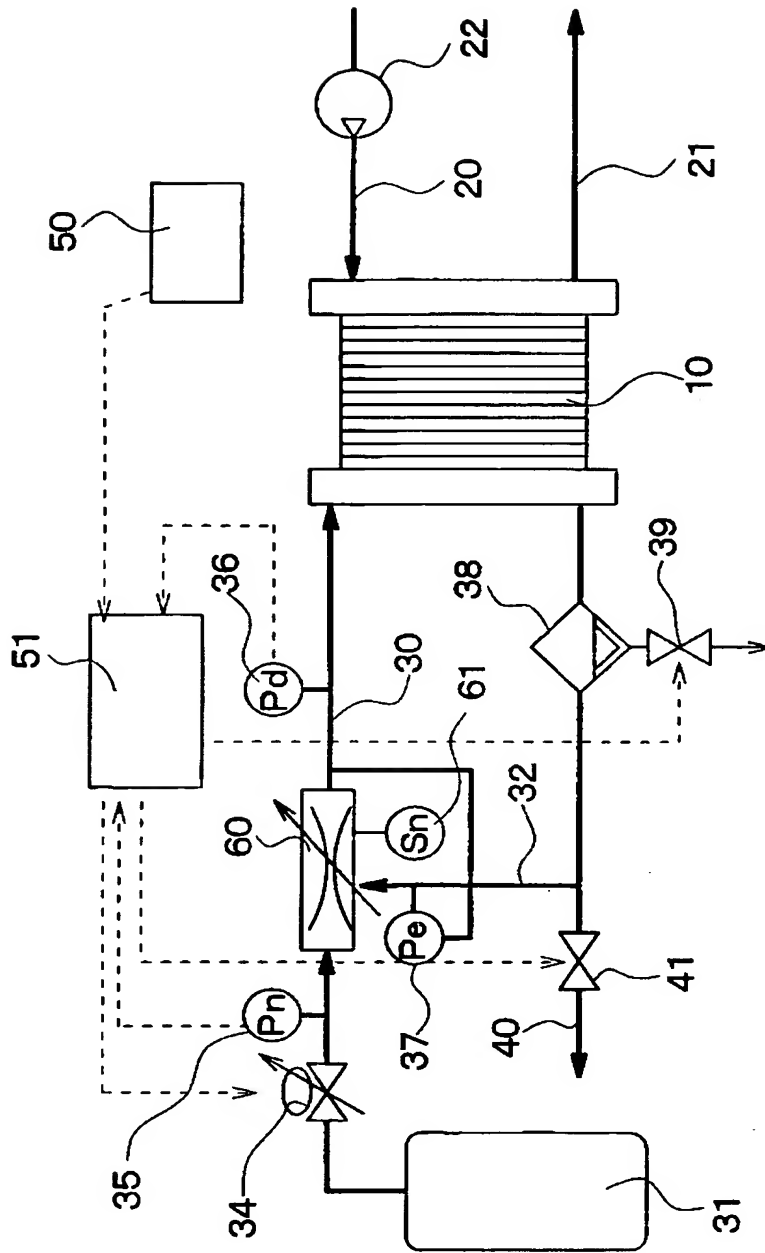
【図 3】



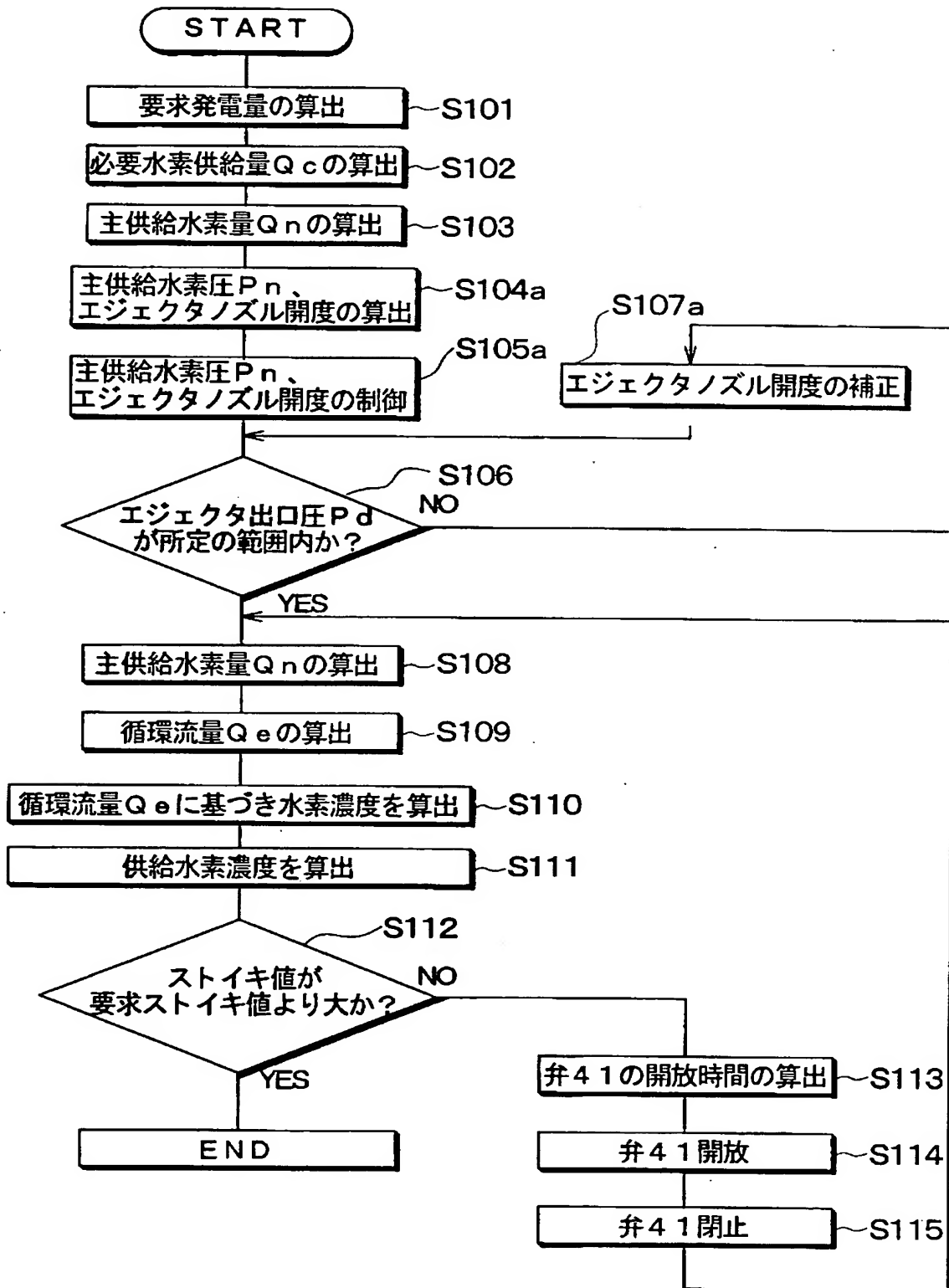
【図 4】



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オフガスを燃料電池に再循環させる燃料電池システムにおいて、燃料電池を安定的に作動可能にする。

【解決手段】 水素供給装置 3 1 から燃料電池 1 0 に供給される主供給水素量を一定にした際の、オフガス循環量と循環オフガス中の水素濃度は、所定の関係を有している。そこで、主供給水素量とオフガス循環量を検知することにより、循環オフガス中の水素濃度を求めることができる。ここで、循環オフガス中の不純物は主に窒素であり、循環オフガス中の窒素濃度と水素濃度は反比例するため、水素濃度を求めることにより窒素濃度（すなわち、不純物濃度）を知ることができる。したがって、主供給水素量とオフガス循環量とに基づいて循環オフガス中の不純物の増加を検知して、燃料電池 1 0 の出力が不安定になる前に不純物を除去することが可能になる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー